



JP57075480



METHOD OF MEASURING THRESHOLD CURRENT OF SEMICONDUCTOR LASER AND DEVICE THEREOF

Patent Number: JP57075480
Publication date: 1982-05-12
Inventor(s): SEKIDO KENJI
Applicant(s): NEC CORP
Requested Patent: ☐ JP57075480
Application Number: JP19800151797 19801029
Priority Number(s):
IPC Classification: H01S3/096; H01L21/66
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To contrive a simple method of measuring a threshold value and to exactly measure a threshold value by utilizing the fact that the luminous modulation cut off frequency of a semiconductor laser is the difference between the spontaneous emission emitting light and the laser emitting light.

CONSTITUTION: Bias current is supplied to a semiconductor laser 1 from the first bias power source 2 through a DC ammeter 3 and a choke coil 4. Furthermore, a modulation signal having higher oscillation frequency than the modulation cut off frequency of the spontaneous emission LED light emitting of the laser 1 and that lower than the modulation cut off frequency of the laser emitting light is generated from a modulation signal power source 5 to superimpose the modulation signal on the bias current of the laser 1 through a capacitor 6. The light output from the laser 1 is received by a light sensitive photo diode 7 and a suitable reverse bias is applied to the light sensitive photo diode 7 by the second bias current source 10 to supervise a modulated component detected by a detector 12 by a voltmeter 13. And the current of the laser 1 is gradually increased by the power source 2 and a current value detecting or distinguishing a modulation signal component at the light output is measured to use the current value as a threshold value.

Data supplied from the esp@cenet database- w3p

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-75480

⑬ Int. Cl.³
H 01 S 3/096
H 01 L 21/66

識別記号

庁内整理番号
7377-5F
6851-5F

⑭ 公開 昭和57年(1982)5月12日

発明の数 2
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑮ 半導体レーザしきい電流測定方法およびその装置

東京都港区芝五丁目33番1号日本電気株式会社内

⑯ 特 願 昭55-151797

⑰ 出 願 人 日本電気株式会社

⑱ 出 願 昭55(1980)10月29日

東京都港区芝五丁目33番1号

⑲ 発 明 者 関戸健嗣

⑳ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザしきい電流測定方法およびその装置

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体レーザにおいて、その自然放光の変調しや断周波数よりも高く誘導放光の変調しや断周波数よりも低い周波数を有する変調信号を前記半導体レーザのバイアス電流に重畳して印加し、前記半導体レーザの光出力に前記変調信号成分が検出あるいは消滅するバイアス電流値を前記半導体レーザのしきい電流値として測定することと特徴とする半導体レーザしきい電流測定方法。

(2) 半導体レーザにバイアス電流を供給するバイアス電源と、前記バイアス電流値を観測する手段と、前記バイアス電流に重畳して変調信号を印加するための変調信号電源と、前記半導体レ

ーザの光出力を検出する検出手段と、前記光出力に含まれる前記変調信号成分検波手段と、該変調信号成分検波出力の表示手段とを備え、前記変調信号検波出力が検出あるいは消滅する前記バイアス電流値より前記半導体レーザのしきい電流値を測定することを特徴とする半導体レーザしきい電流測定装置。

(3) 前記変調信号電源として可聴周波数の信号で変調された変調信号電源と前記変調信号成分検波手段として前記可聴周波の信号成分を検出する手段と、前記表示手段としてスピーカとを備えることを特徴とする特許請求の範囲第(2)項に記載の半導体レーザしきい電流測定装置。

(4) 前記変調信号成分検波手段として、前記バイアス電流の変化に対する前記変調信号成分の微分特性を検出する手段を備えることを特徴とする特許請求の範囲第(2)項に記載の半導体レーザしきい電流測定装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は半導体レーザしきい電流測定方法およびその装置に関する。

半導体レーザは、小形、高効率、低電圧動作、直接変調が可能等の長所を有し、光ファイバーを用いた光源として光通信系における最も重要な半導体素子としてその性能向上のための開発が強力に進められている。

この半導体レーザの性能を規定する重要な特性としてしきい電流 I_{th} がある。半導体レーザに順方向のバイアス電流 I を流しそれに対するレーザの光出力 L を測定すると第1図に示すような特性曲線が得られる。すなわち電流 I を零から徐々に上げてゆくと、自然放出の発光（以下LED発光という）による光出力が小さい値ながら電流 I とともに徐々に増加して行きある点に達すると、誘導放出による発光（以下レーザ発光という）による光出力 L が立上りを見せ急激な増加を示すようになる。

しきい電流 I_{th} は一般に半導体レーザのこのレーザ発光による光出力 L の立上るバイアス電流 I

の値として定義される。

従来このしきい電流 I_{th} の測定には次のような方法が用いられている。

第1の方法は第1図曲線 a に示すように、半導体レーザの L/I 特性曲線をマニュアルで多点測定し、そのデータにより L/I 曲線を紙上に描きレーザ発光領域の L 曲線の直線部分を外挿して I 軸と交った点の電流値を I_{th} とする方法である。

第2の方法は上記の L/I 特性曲線を $X-Y$ レコーダ等を用いて自動的に描かせて、あとは第1の方法と同様にして I_{th} を求める方法である。

更に第3の方法としては、 I に対する L の値をデータロガーに入力し、 $X-Y$ プロッタにより L/I 特性曲線を描かせるとともに、予めプログラムされている I_{th} を求める外挿式に従って計算を行わせ I_{th} の値をタイプアウトさせる方法である。

上述のこれら3つの方法は原理的には第1の方法と異なるところは無くただ測定や計算の自動化が計られているかいないかの差があるのみである。

このような直線の外挿により I_{th} を求める方法

は、直線近似のとり方を含む外挿のやり方により I_{th} の値は相当にばらつくことは当然であり、実際に再現性のある正確な I_{th} の値を測定できないという問題が生じている。

又、上述の第1及び第2の方法は測定が面倒で工数がかかり過ぎ第3の方法では、高価なデータロガーが必要である等の問題がある。このように I_{th} は半導体レーザとして重要な特性値であるにもかかわらずその測定には上述のようにいろいろな問題点を有しており、簡単でかつ正確な I_{th} の測定方法およびその装置の開発が強く望まれている。

本発明の第1の目的は、半導体レーザの発光変調しや断周波数 L LED発光とレーザ発光とで差があることを利用することによりかかる要望を満足する簡単でかつ正確な半導体レーザしきい電流測定方法を提供することにある。

更に、本発明の第2の目的は前記の測定方法を用いて実際に半導体レーザのしきい電流を簡単かつ正確に測定できる測定装置を提供することである。

る。

本発明の半導体レーザしきい電流測定方法は、半導体レーザにおいて、そのLED発光の変調しや断周波数よりも高くレーザ発光の変調しや断周波数よりも低い周波数を有する変調信号を前記半導体レーザのバイアス電流に重畳して印加し、前記半導体レーザの光出力に前記変調信号成分が検出あるいは消滅するバイアス電流値を前記半導体レーザのしきい電流値として測定することから構成される。

次に本発明の半導体レーザしきい電流測定装置は、半導体レーザにバイアス電流を供給するバイアス電源と、前記バイアス電流値を観測する手段と、前記バイアス電流に重畳して変調信号を印加するための変調信号電源と、前記半導体レーザの光出力を検出する検出手段と、前記出力に含まれる前記変調信号成分検波手段と、該変調信号成分検波出力の表示手段とを備え、前記変調信号検波出力が検出あるいは消滅する前記バイアス電流値より前記半導体レーザのしきい電流値を測定する

ことから構成される。

又、本発明の一実施態様によれば、本発明の半導体レーザしきい電流測定装置は前記測定装置において、前記変調信号電源として可聴周波数の信号で変調された変調信号電源と、前記変調信号成分検波手段として前記可聴周波の信号成分を検出する手段と、前記表示手段としてスピーカとを備えることから構成される。

更に又、本発明の一実施態様によれば、本発明の半導体レーザしきい電流測定装置は前記測定装置において、前記変調信号成分検波手段として、前記バイアス電流の変化に対する前記変調信号成分の微分特性を検出する手段を備えることから構成される。

以下図面を用い本発明について詳述する。まず本発明の半導体レーザしきい電流測定方法の原理について説明する。

半導体レーザの順方向のバイアス電流 I と光出力 L の関係は第1図に示すように与えられ、LED発光領域(図中の m の部分)とレーザ発光領域

(図中の n の部分)とに分けられることは既に述べたとおりである。そしてこのLED発光とレーザ発光の特徴的な差異として各々の発光機構に由来して、変調しや断周波数 f_{cd} (変調光出力が低周波におけるよりも3dB低下する周波数)がLED発光領域では約100 MHz以下であるのに対しレーザ発光領域では約2 GHzと非常に高いことが知られている。

そこでいま半導体レーザのバイアス電流 I に、ダイオード発光の変調しや断周波数 f_{cd} よりも高く、レーザ発光の変調しや断周波数 f_{cl} よりも低い例えば200 MHzの周波数の微小変調信号を重ねて印加すると、光出力 L 中の変調信号成分は第1図b曲線のようになれる。すなわち、 I_{th} は上記変調信号成分が、検出(電流 I を下から増して行った場合)あるいは消滅(電流 I を上から下げた場合)するバイアス電流値を新しく I_{th} と定義し直すことができる。すなわち本発明の半導体レーザしきい電流測定方法はこの原理を利用したものである。

この測定方法においては前記変調信号の振幅が大きくなるほど、電流 I に対する光出力中の変調信号成分の I_{th} 近傍での変化がなだらかになり測定誤差の原因となるので、前記振幅は可能な限り小さくする必要がある。

次に、上述の本発明の測定方法を用いた測定装置について説明する。

第2図は本発明の半導体レーザしきい電流測定装置の第1の実施例を示すブロック図である。被測定用半導体レーザ1に順方向のバイアス電流を供給するバイアス電源2、例えば直流電源の(+)側が前記バイアス電流を観測する手段としての直流電流計3を通し更にチョークコイル4を介してレーザ1の陽極に接続され、第1バイアス電源2の(-)側及びレーザ1の陰極はともに接地されている。レーザ1のLED発光の変調しや断周波数よりも高く、そのレーザ発光の変調しや断周波数よりも低い例えば200 MHzの発振周波数を有する変調信号電源5がコンデンサ6を介してレーザ1の陽極と接地間に接続され、前記バイアス電

流に重畳して変調信号をレーザ1に印加するようになっている。一方レーザ1に対向してその光出力を検出する検出手段として受光用ホトダイオード7が配置され、ホトダイオード7の陽極はコンデンサ8を介して変調信号成分検波手段としての検波器12の入力端子に接続されるとともにチョークコイル9を介し更に第2バイアス電源10、バイパスコンデンサ11を介して接地されている。検波器12の出力は検波出力の表示手段としての例えば高入力インピーダンスの電圧計13に接続されている。又、ホトダイオード7の陰極は接地されており第2バイアス電源10により適当な逆バイアス電圧が印加されている。ここでバイアス電流における変調成分は定電流振幅となるように変調信号発生器5は定電流源となるようにその実効的内部インピーダンスを十分に高くしておく。この状態において変調信号成分の検波出力を電圧計13により監視しながら、第1バイアス電源2によりレーザ1のバイアス電流を零から徐々に上げて行き、電圧計13に前記検波出力が急激に増

加し観測されはじめた時のバイアス電流値あるいはバイアス電流を I_{11} よりも大きな値から徐々に小さくして行き電圧計 13 に前記検波出力が急激に減少し観測されなくなった時のバイアス電流値を直流電流計 3 から読み取ればこの電流値が求めしきい電流 I_{11} である。

第 3 図は本発明の半導体レーザしきい電流測定装置の第 2 の実施例を示すブロック図である。第 3 図において第 2 図と異なる点は、変調信号電源 5 の代りに可聴周波数（例えば 1 kHz）の信号で振幅変調された振幅変調信号電源 14 を用い、検波器 12 の代りに振幅変調信号電源 14 からの変調信号成分を検波する振幅変調信号検波器 15 とその出力から可聴周波数の信号成分のみを取り出すための低域フィルタ 16 を用い、電圧計 13 の代りにスピーカ 17 を用いている点である。かくして、この実施例においては、レーザ 1 のしきい電流 I_{11} は、バイアス電流をその I_{11} の近傍で変化させたとき、スピーカからの音が発生（バイアス電流を上げて行った場合）あるいは消滅（バイア

ス電流を下げて行った場合）した時のバイアス電流値として直流電流計 3 から読み取ることができ

る。

第 4 図は本発明の半導体レーザしきい電流測定装置の第 3 の実施例を示すブロック図である。第 4 図において第 2 図と異なる点は、検波器 12 の出力を微分回路 19 に入力してバイアス電流に対して、前記検波出力を微分してその出力波形をブラウン管 20 で観測できるようにしていることである。すなわち第 5 図に示す如くブラウン管表示面の横軸にバイアス電流 I を縦軸には前記変調周波数検波出力のバイアス電流値に対する微分値 d^2L/dI^2 をとる。このためバイアス電源 2 の代りにこのとき波発生器 18 を用いバイアス電流 I を時間に対してのときり波状にスイープするとともに同期線 21 によりブラウン管 20 の水平軸入力端子へ与える。このスイープ周波数は前記変調周波数に対し充分低いものとする。

かくしてこの実施例においては、レーザ 1 のしきい電流 I_{11} は、バイアス電流をその I_{11} の近傍

（矢印に示すように）で変化させたとき、ブラウン管 20 に現われる前記検波された変調信号成分の微分波形が最も大きくなるバイアス電流値をブラウン管 20 の横軸の目盛から直読される。

以上詳述したように本発明の半導体レーザしきい電流測定方法によれば、レーザの発光変調（パルス）周波がレーザ発光領域ではダイオード発光領域におけるよりも非常に高いという性質を利用することにより、通常電子回路の測定で一般的に用いられている変調、検波および微分等の測定技術を用いてしきい電流の測定ができるので、従来のようにレーザの L/I 特性曲線をいちいち測定して外挿点を求めることは必要でなくなり、従来問題とされてきた測定が面倒で工数がかかり過ぎること、自動化のためには高価な装置が必要であること、更には本質的に測定値のばらつきが大きく再現性も悪く不正確である等の問題点はすべて解決されることになる。

特に第 3 図に示した本発明の測定装置の第 2 の実施例においては、変調信号として可聴周波数の

信号を用いて振幅変調された信号を用い、その出力をスピーカにより音で観測させているので、従来技術では不可能であった半導体レーザ 1 の量産工程に組み入れてのしきい電流 I_{11} の選別作業を容易に行わせることができる。

又、第 4 図に示した本発明の測定装置の第 3 の実施例においては光出力中の変調信号のバイアス電流（ I ）に対する検波出力（第 1 図の b 曲線参照）の微分波形を第 5 図に示す如くブラウン管 20 により観測しているので、変調信号の振幅の大きさに関係してバイアス電流 I を I_{11} より小さい値から上げて行った場合と、 I_{11} よりも大きな値から下げて行った場合に現われる I_{11} の値の差（前述のように変調信号の振幅の大きさを I_{11} の値に比較して十分に小さくすれば実質的に問題とはならない。）が本質的に無くなるので最も正確な I_{11} の測定ができることになる。又この方法により I_{11} の自動測定も容易に考えることができる。

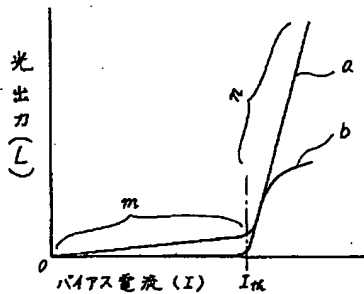
なお、以上の説明は半導体レーザのバイアス電流として直流電流を用いた場合について説明した

が、パルス電流を用いた場合にもそれに応じた監視用メータ、検波器等の構成品を用いることにより同様に適用できることはいうまでもない。又、変調信号発生器、検波器、微分回路等は公知のものの中から適当なものを容易に選択して用いることができる。又本発明の測定装置の第2の実施例で変調信号電源として可聴周波数で振幅変調された場合についてのみ説明したが周波数変調などの他の変調方式を用いても本発明の測定装置は実現できることはいうまでもない。

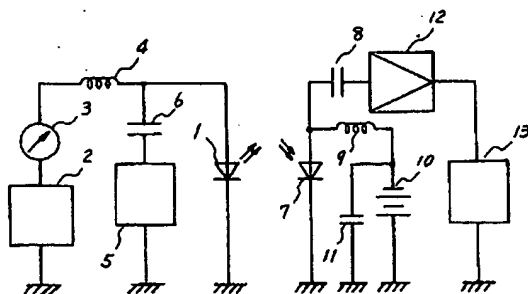
以上詳述したように本発明の半導体レーザしきい電流測定方法およびその装置は、従来困難であったしきい電流の測定を簡単でかつ正確に行えるようにしたものでありその効果は大である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は従来及び本発明の半導体レーザしきい電流測定方法を説明するための半導体レーザのバイアス電流対光出力特性図、第2図～第4図は本発明の第1～第3の実施例の半導体レーザしきい



第1図

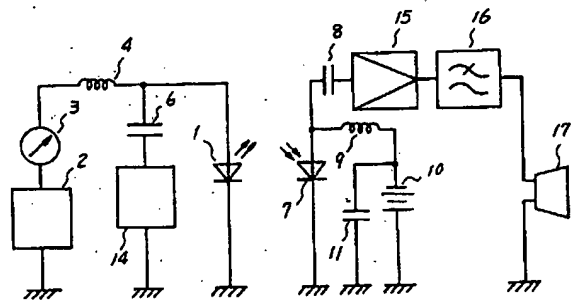


第2図

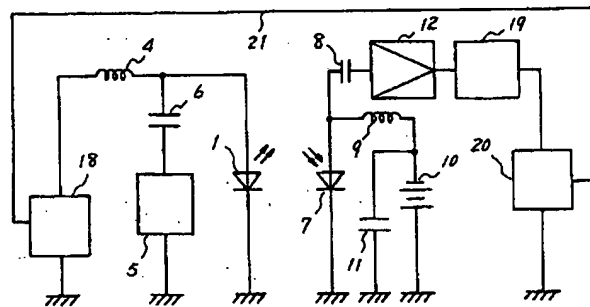
電流測定装置を示すブロック図、第5図はブラウン管で観測される変調信号検波出力の微分波形図である。図において

1……半導体レーザ、2……第1バイアス電源
3……直流電流計、4、9……チョークコイル、
5……変調信号電源、6、8、11……コンデンサ、
7……ホドダイオード、10……第2バイアス電源、
12……検波器、13……電圧計、14……振幅変調信号電源、
15……振幅変調信号検波器、16……低域フィルタ、
17……スピーカ
18……のこぎり波発振器、19……微分回路、
20……ブラウン管、21……同期線である。

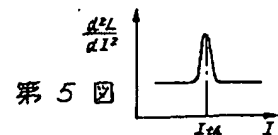
代理人 弁理士 内 原 普



第3図



第4図



第5図